

G. NICOLINI - F. MATTIVI - A. DALLA SERRA

**IPEROSSIGENAZIONE DEI MOSTI: CONSEGUENZE ANALITICHE  
E SENSORIALI SU VINI DELLA VENDEMMIA 1989**

Estratto da:  
« Rivista di Viticoltura e di Enologia »  
Anno XLIV - N. 3 / 1991

# **Iperossigenazione dei mosti: conseguenze analitiche e sensoriali su vini della vendemmia 1989.**

*Musts hyperoxidation: analytical and sensorial effects in 1989 vintage wines.*

**G. Nicolini, F. Mattivi, A. Dalla Serra**

Istituto Agrario Provinciale - Via E. Mach, 1 - 38010 S. Michele a/A. - Trento - Italia

(ricevuto il 17-7-91, accettato il 30-7-91)

## **Riassunto**

Si sono studiate le conseguenze chimico-analitiche e sensoriali determinate sui vini dal trattamento di ossigenazione dei mosti appartenenti a 5 varietà di uva a bacca rossa(1) e bianca(4) con 0.4-0.6 g/L di ossigeno molecolare.

Si sono riscontrate diminuzioni fino all'87% nel tenore in acidi idrossi-cinnamiltartarici misurati all'HPLC e fino al 40% in polifenoli totali. Si sono registrati cali nel contenuto in antociani (82-84%) ed in fenoli volatili, 4-vinil-fenolo in particolare. La D.O. a 320 nm misurata sul vino diluito è ben correlata con i dati degli acidi cinnamici misurati all'HPLC. La variazione di D.O. a 420 nm al test di imbrunimento accelerato è minore per i vini iperossigenati; in valore assoluto tale assorbanza resta talvolta al di sopra di quella registrata dai rispettivi vini testimone.

Le differenze significative riscontrate all'analisi sensoriale, solo in un caso si sono tradotte in preferenza significativa a due mesi dall'imbottigliamento; nessuna preferenza era più rilevata ad un anno dall'imbottigliamento.

## **Abstract**

The sensorial, chemical and analytical effects caused in wines by treatment of musts with oxygen (0.4-0.6 g/L juice) were investigated. Six wines from 4 white and 1 red grape cultivars were studied. The hyperoxidation removes up to 87% of the total hydroxycinnamates, measured by HPLC, and up to 40% of total phenolics. Decreases were recorded in the anthocyanins contents (82-84%) and in volatile phenols, particularly 4-vinylphenol. The absorbances, directly measured at 320 nm in diluted wines, are correlated with HPLC cinnamates. The increase of O.D. at 420 nm is lower in hyperoxygenated wines when investigated with accelerated browning test; the absorbance absolute values at this wavelength are in some cases higher than in test wines.

In one case only the significant sensorial differences found turned into a significant preference in two months aged wines; no preference was observed one year later.

Parole chiave: Iperossigenazione, derivati idrossicinnamici, fenoli volatili, analisi sensoriale.  
*Key words: Hyperoxidation, hydroxycinnamic derivatives, volatile phenols, sensorial analysis.*

## **Introduzione**

L'iperossigenazione dei mosti (Guerzoni et al., 1977) non solfitati è stata spesso presentata come tecnica in grado di migliorare la stabilità del colore dei vini che da tali mo-

sti erano derivati (Muller Spath, 1977; Muller Spath et al., 1978) (Singleton et al., 1980) (Guerzoni et al., 1981) (Nagel e Graber, 1988) (Cheynier et al., 1989a).

Nel contesto dei composti fenolici, notoriamente substrato di ossidazioni (Singleton, 1987), particolare attenzione è stata posta dai ricercatori agli acidi cinnamici e loro derivati (Castino e Di Stefano, 1976), sia relativamente ai meccanismi di reazione che li coinvolgono (Singleton et al., 1984; Singleton et al., 1985) (Cheynier et al., 1988; Cheynier et al., 1989b) che per le conseguenze a livello tecnologico ed organolettico (Moutounet et al., 1989) (Verette et al., 1988). Il comportamento di questi composti nella chimica dei vini è in buona parte ancora da definire, anche perché la messa a punto di metodiche di concentrazione e purificazione sempre più efficaci sta permettendo via via di scoprire nuovi composti.

Gli importanti lavori già citati di Cheynier e coll. hanno fatto luce sul ruolo dell'acido caftarico - e del chinone corrispondente, originato dalla azione della polifenolossidasi di cui l'acido in oggetto è substrato preferito (Gunata e Moutounet, 1988) - come "acceleratore" delle ossidazioni coinvolgenti catechine e procianidine in redox accoppiate e reazioni di condensazione. Un posto determinante ha, in tali reazioni, il glutatione presente nel mosto (Singleton et al., 1985) (Cheynier et al., 1986; Cheynier e Van Hulst, 1988) (Salgues et al., 1986). Recenti lavori hanno dimostrato che i composti analoghi al 2-S-glutathionilcaftarico costituiscono una numerosissima famiglia nei vini (Di Stefano, 1991).

Passaggio terminale delle reazioni in questione, in assenza di anidride solforosa, è la formazione di prodotti di condensazione facilmente precipitabili in fase di sedimentazione e sfeccatura dei mosti, con l'ottenimento di vini a basso contenuto polifenolico (Muller Spath, 1977).

Il presente lavoro si pone come verifica pratica delle conseguenze sul piano chimico-analitico e sensoriale della tecnica di iperossigenazione applicata a mosti monovarietali del Trentino.

## Materiali e metodi

Partite di uve sane ed integre di ca. 350 Kg l'una - appartenenti alle varietà *Chardonnay* (destinato a base spumante), *Sauvignon blanc*, *Lambrusco a foglia frastagliata* (a bacca rossa) e *Incrocio Manzoni 1-50* (I.M. 1-50) - sono state pressate intere presso la Cantina di Microvinificazione dell'Istituto Agrario di S.Michele a/A con rese in mosto di ca. il 67% (p/v). Mosti fiore e "torchiate" di *Nosiola* da pigiadiraspatura e pressatura meccanica sono stati invece reperiti sul mercato. In fig.1 si riporta lo schema delle lavorazioni, precisando che l'ossigenazione è stata effettuata mediante candela porosa, inserita sulla mandata di una pompa a portata regolabile, con dosi iniettate di ossigeno di 0.42-0.60 g/L di mosto (tab.1).

La determinazione degli acidi idrossi-cinnamil-tartarici è stata eseguita secondo la metodica qui di seguito riportata:

### *Preparazione del campione.*

20 mL di vino, neutralizzati a pH 6 con NaOH 1N, sono assorbiti su colonna contenente 5 g di resina XAD-2 previamente purificata. Si lava con 30 mL di acqua raccogliendo sia il vino non assorbito che l'acqua di lavaggio in un matraccio tarato da 50 mL, indi si porta a segno con acqua (Di Stefano, comunicazione personale). Per l'analisi all'HPLC si filtrano i 50 mL con membrana da 0.22 micron.

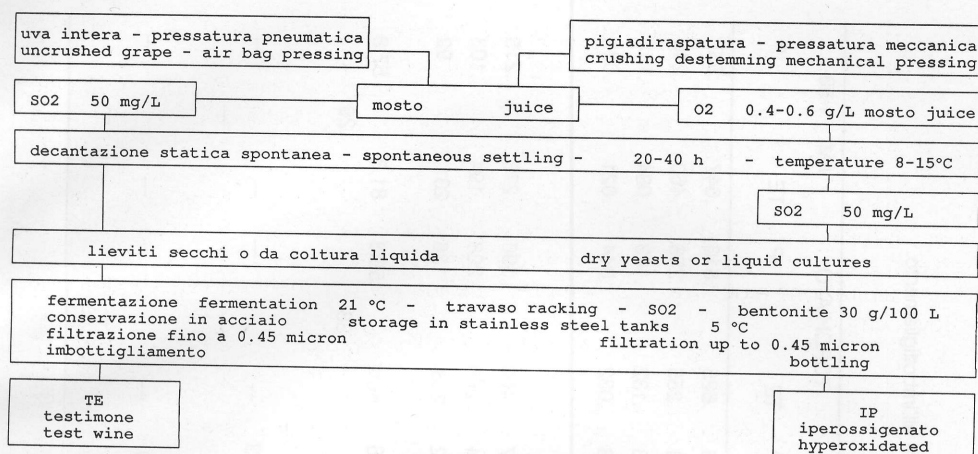


Fig. 1: Filiera di produzione dei vini.

Fig. 1: Flowchart for the making of the wines.

Tabella 1: Parametri relativi ai mosti.

TE = testimone;

IP = iperossigenato.

Table 1: Parameters of musts.

TE = test must;

IP = hyperoxidated must.

Parametri dei mosti	Chardonnay		Sauvignon		Nosiola		Lambrusco f.f.		Torchiato (nosiola)		I.M. 1-50	
Musts Parameters	TE	IP	TE	IP	TE	IP	TE	IP	TE	IP	TE	IP
hyperoxidation:												
iperossigenazione:												
- temperature C	-	15	-	19	-	11	-	16.5	-	14	-	19
- ossigeno (g/L)	-	0.42	-	0.48	-	0.60	-	0.56	-	0.60	-	0.48
alla sfecciatura:												
at musts racking:												
- temperature C	14		14		12		15		12		8	
- tempo - time (h)	40		24		24		20		24		20	
- fecce % (v/v)												
must lees % (v/v)	4.5	2.5	4.8	2.8	6.0	10.3	2.4	2.7	1.0	1.0	8.6	8.7
- lievito - yeast	NF 74		RM 1515		RM 1515		NF 74		RM 1515		NF 74	

#### Strumentazione analitica e parametri operativi.

Cromatografo liquido Hewlett Packard 1090 M con detector a fotodiodi ed autocampionatore. Colonna C18 Hypersil ODS (200x2.1 mm) con precolonna di uguale riempimento. Separazione in gradiente lineare partendo da 10% B, con pendenza del gradiente +0.875% B/min (A = HCOOH 0.5% in acqua; B = HCOOH 2% in metanolo). Quantificazione a 320 nm; i composti sono dosati come acido caffeico (CAE, mg/L). Il limite di sensibilità del metodo, calcolato per l'acido caffeico ad un rapporto segnale/rumore = 5, è di 0.5 ng iniettati. Tale limite corrisponde a 0.25 mg/L di acido caffeico nel vino, con le diluizioni proposte e con l'iniezione di 5 microlitri.



Tabella 2: Misure di D.O., loro variazioni dopo test di imbrunimento accelerato e composti polifenolici nei vini all'imbottigliamento.  
TE = testimone/test IP = iperossigenato/hyperoxidated  
Table 2: Absorbance; O.D. increasing caused by accelerated browning test; phenolics in bottled wines.

D.O. e composti polifenolici (mg/L)	CHARDONNAY			SAUVIGNON			NOSIOLA			LAMBRUSCO f.f.			TORCHIATO			I.M. 1-50		
	TE	IP	TE	TE	IP	TE	TE	IP	TE	TE	IP	TE	TE	IP	TE	TE	IP	TE
a/at 280 nm	.389	.286	.482	.406	.371	.338	.630	.416	.625	.616	.557							
a/at 320 nm	.209	.077	.293	.135	.182	.126	.481	.184	.255	.256	.240							
a/at 420 nm	.054	.050	.066	.076	.069	.088	.109	.073	.132	.168	.112							
a/at 520 nm	.015	.017	.020	.014	.015	.021	.060	.018	.032	.044	.021							
dopo test di imbrunim.: after browning test:																		
a/at 420 nm	.126	.100	.119	.180	.134	.143	.293	.177	.400	.396	.215							
variazione/increase +	.072	.050	.063	.104	.065	.055	.184	.104	.268	.228	.103							
variazione/increase + %	133	100	80	137	94	62	169	142	203	136	92							
polifenoli totali (+ cat)	76.1	50.7	70.9	47.4	52.6	43.6	85.8	51.5	86.2	53.3	81.3							
— %	33	33	17	40	29	38												
total polyphenols (+ cat)																		
antociani tot. (malvina)	—	—	—	—	—	—	18.3	3.2	—	—	—							
— %	—	—	—	—	—	—	82											
total anthocyanins																		
antociani lib. (malvina)	—	—	—	—	—	—	6.4	1.0	—	—	—							
— %	—	—	—	—	—	—	84											
free anthocyanin																		

Le D.O. riportate sono la media di tre letture effettuate su p.o. di 10 mm con Hitachi U.2000, sul vino tal quale nel visibile e su diluito 1:10 nell'UV. La stabilità del colore è stata espressa come incremento di D.O. a 420 nm e valutata nelle condizioni di imbrunimento accelerato (Simpson, 1982). Le frazioni fenoliche di tab. 2 sono state determinate sec. Di Stefano e Guidoni (1989) e Di Stefano et al. (1989) mentre per le sostanze volatili di tab. 6 si è applicato quanto proposto da Drawert e Rapp (1968) e da Margheri e Versini (1979).

### Elaborazione statistica

I dati sono stati elaborati su DEC VAX 8250 VMS 5-02 usando le procedure del pacchetto statistico SAS 6.06 (SAS INSTITUTE INC., CARY, NC, USA).

## Discussione

La composizione azotata dei mosti, le analisi di routine sui vini ed i fabbisogni di bentonite degli stessi non hanno mostrato differenze di rilievo tra le tesi testimone (TE) e le iperossigenate (IP) (Nicolini et al., 1990).

Differenze marcate si manifestano invece a livello di composizione fenolica dei vini, con cali pressoché generalizzati dei polifenoli totali e delle D.O. a 280 ed a 320 nm (tab. 2). Le assorbanze a 320 nm, misure potenziali dell'acido caftarico e composti ad esso correlati (Singleton et al., 1978) (Somers e Ziemelis, 1985; Somers et al., 1987), sono in buon accordo (tab. 3) con i tenori, ricavati all'HPLC, degli acidi cinnamici totali e loro

Tabella 3: Coefficienti di correlazione di Pearson.

Table 3: Pearson's correlation coefficients.

variabili/variables	Coefficienti coefficients	n. di osservazioni n. of observations	significatività significance
D.O. 320 nm x cinnamici totali/ total hydroxycinnamates	0.903	12	0.0001
D.O. 320 nm x ac. fertarico/ fertaric acid	0.920	12	0.0001
D.O. 320 nm x ac. trans caftarico/ trans caftaric acid	0.874	12	0.0002

frazioni (tab. 4). Tale fatto potrebbe suggerire un uso più frequente di questa semplice misurazione spettrofotometrica anche a livello delle Cantine meglio attrezzate e dei laboratori consortili, ad es. come parametro di controllo qualità sugli effetti di trattamenti chiarificanti spinti con carbone o PVPP (Somers e Ziemelis, 1985) (Cantarelli et al., 1989) o sulla entità delle ossigenazioni cui è stato sottoposto un mosto od un vino.

Nel visibile, solo le tesi iperossigenate di *Chardonnay* e *Lambrusco* evidenziano assorbanze a 420 nm inferiori alle rispettive tesi testimone. Particolarmente rilevante il calo, fino a valori comparabili a quelli delle varietà a bacca bianca, della D.O. a 520 nm del *Lambrusco a foglia frastagliata*, a bacca fortemente colorata. La tecnica di iperossigenazione dei mosti non solfitati appare, da questo punto di vista, come sostitutiva o coadiuvante dei trattamenti con carbone decolorante nella vinificazione in bianco di questa

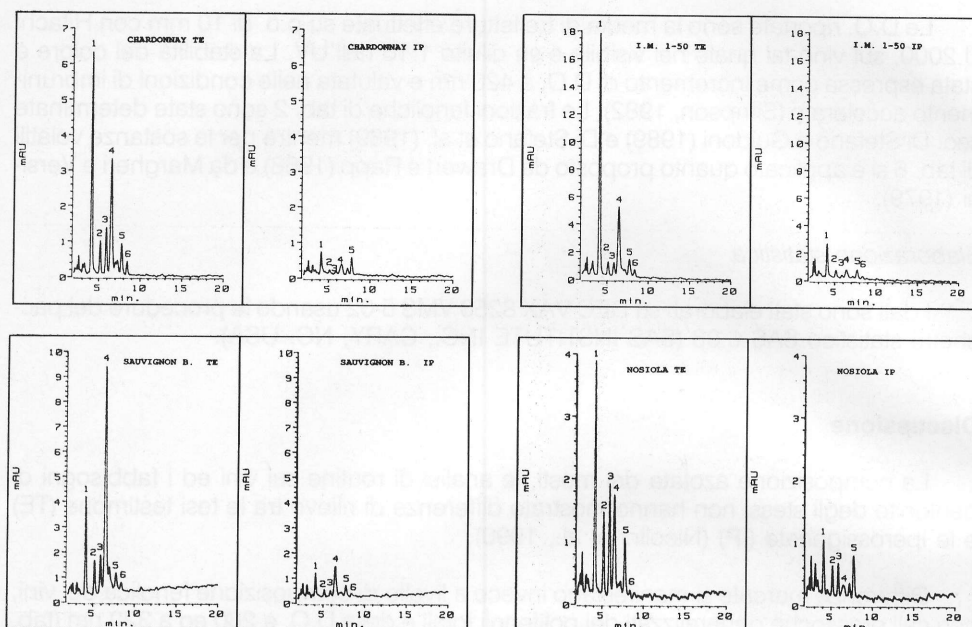


Fig. 2: Analisi HPLC degli acidi idrossicinnamiltartarici nei vini.

Fig. 2: HPLC analysis of hydroxycinnamiltartaric acids in wines.

- 1 = ac. trans caftarico = trans caftaric acid
- 2 = ac. trans-p-cutarico glucoside = trans-p-coutaric acid glucoside
- 3 = ac. trans-p-cutarico = trans-p-coutaric acid
- 4 = ac. trans-2-S-glutathionilcaftarico = trans-2-S-glutathionylcaftaric acid
- 5 = ac. fertarico (picco non puro) = fertaric acid (spoiled peak)
- 6 = ac. caffeico = caffeic acid

mAU = unità di assorbanza/1000 = absorbance unit/1000

varietà, come peraltro già proposto ed applicato sul "deuxieme taille" di Pinot nero e/o Meunier in Champagne (Blanck e Valade, 1989).

I vini testimone nel presente studio possiedono patrimoni fenolici diversificati (Fig. 2, tab. 4). Il composto quantitativamente più rilevante è in genere l'acido trans-caftarico, con l'esclusione del *Sauvignon blanc* dove prevale il suo derivato acido 2-S-glutathionilcaftarico. I derivati dell'acido p-cumarico possono essere in quantità nettamente inferiore rispetto ai derivati caffeici (*Lambrusco f.f.*, *Incrocio Manzoni 1-50*), oppure dello stesso ordine di grandezza (*Nosiola*).

Dal punto di vista quantitativo i contenuti assoluti in acidi cinnamici (tab. 4) sono in genere molto bassi se paragonati a quanto riportato in letteratura (Somers e Ziemelis, 1985) (Di Stefano e Garcia Moruno, 1986) ed evidenziano in conseguenza del trattamento riduzioni del 63-87%, con l'eccezione del "torchiato" (-20%). Tali riduzioni, all'interno della singola varietà e sempre con l'eccezione del "torchiato", decorrono parallelamente per l'acido trans-caffeoil-tartarico e per l'acido 2-S-glutathionil-caffeoil-tartarico (GRP), accomunati nel percorso di reazione e rappresentanti le componenti quantitati-

Tabella 4: Contenuto in acidi cinnamici e loro derivati nei vini imbottigliati.

TE = Testimone; IP = iperossigenato (C.A.E. = acido caffeico equivalente)

Table 4: Cinnamic compounds content in bottled wines.

TE = test; IP = hyperoxidated (C.A.E. = caffeic acid equivalent)

	CHARDONNAY			SAUVIGNON			NOSIOLA		
composti cinnamici (mg/L C.A.E.) cinnamic compounds (mg/L C.A.E.)	TE	IP	— %	TE	IP	— %	TE	IP	— %
ac. trans caftarico/ <i>trans caftaric</i>	5.44	0.47	- 91	3.08	0.78	- 75	3.01	0.74	- 75
ac. trans-p-cutarico gluc./ <i>trans-p-coutaric acid glucoside</i>	0.86	0.11	- 87	1.19	0.37	- 69	1.18	0.41	- 65
ac- trans-p-cutarico/ <i>trans-p-coutaric acid</i>	1.27	0.13	- 90	1.54	0.36	- 77	1.70	0.52	- 69
acido trans-2-S-glutationil-caftarico (GRP) <i>trans-2-S-glutathionyl-caftaric acid (GRP)</i>	4.44	0.46	- 90	10.97	1.70	- 85	2.20	0.59	- 73
ac.trans-fertarico (picco non puro)/ <i>trans-fertaric acid (spoiled peak)</i>	1.03	0.45	- 56	1.16	0.54	- 53	1.15	0.75	- 35
ac. caffeico/ <i>caffeic acid</i>	0.38	0.00		0.49	0.20	- 59	0.11	0.10	- 9
ac. p-cumarico/ <i>coumaric acid</i>	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
non identificati/ <i>unidentified cinnamates</i>	1.11	0.31		1.85	0.77		0.75	0.62	
TOTALE / TOTAL	14.53	1.93	- 87	20.28	4.72	- 77	10.10	3.73	- 63

	LAMBRUSCO f.f.			TORCHIATO			I.M. 1-50		
composti cinnamici (mg/L C.A.E.) cinnamic compounds (mg/L C.A.E.)	TE	IP	— %	TE	IP	— %	TE	IP	— %
ac. trans caftarico/ <i>trans caftaric</i>	23.57	2.08	- 91	1.25	0.82	- 34	16.04	2.35	- 85
ac. trans-p-cutarico gluc./ <i>trans-p-coutaric acid glucoside</i>	0.82	0.26	- 68	1.40	1.10	- 21	1.10	0.55	- 50
ac- trans-p-cutarico/ <i>trans-p-coutaric acid</i>	2.41	0.26	- 89	0.64	0.61	- 5	1.07	0.16	- 85
acido trans-2-S-glutationil-caftarico (GRP) <i>trans-2-S-glutathionyl-caftaric acid (GRP)</i>	5.77	0.87	- 85	0.57	0.15	- 74	7.42	0.88	- 88
ac.trans-fertarico (picco non puro)/ <i>trans-fertaric acid (spoiled peak)</i>	1.72	0.98	- 43	1.22	0.91	- 25	1.88	0.75	- 60
ac. caffeico/ <i>caffeic acid</i>	0.22	0.08	- 64	0.16	0.24	+ 50	0.72	0.26	- 64
ac. p-cumarico/ <i>coumaric acid</i>	0.00	0.00		0.00	0.24		0.00	0.00	
non identificati/ <i>unidentified cinnamates</i>	1.57	0.33		0.72	0.68		1.93	0.45	
TOTALE / TOTAL	36.08	4.86	- 87	5.96	4.75	- 20	30.16	5.40	- 82

vamente più rilevanti degli acidi fenolici; anche i derivati dell'acido p-cumarico sembrano rispondere in maniera analoga. Ambedue i vini derivanti dalla varietà *Nosiola* si collocano, a questo riguardo, ai valori minimi sia di quantità assoluta che di variazione, indicando o una minor quantità globale nell'uva di partenza e/o una minor efficacia del trattamento. Si può anche ipotizzare che gli arieggiamenti subiti in conseguenza delle operazioni di ammostatura e trasporto (per quanto avvenuto in un breve lasso di tempo e fuori dal contatto con l'aria) siano stati sufficienti a determinare la gran parte delle precipitazioni.

I dati relativi ai flavani reattivi alla vanillina, analizzati secondo la metodica proposta da Di Stefano et al. (1989), non vengono presentati causa la bassa ripetibilità degli stes-



Tabella 5: Analisi di varianza; trattamento: TE = testimone, IP = iperossigenato.

Table 5: Analysis of variance; treatment: TE = test, IP = hyperoxidated

variabili/variables fonti/sources	GdL DF	varianza mean square	F	signific. signific.	medie/means TE	IP
D.O. 280 nm						
trattamento/treatment	1	0.0230	9.00	0.0301	0.52	0.44
vini varietali/variatal wines	5	0.0295	11.57	0.0089		
errore/error	5	0.0026				
D.O. 320 nm						
trattamento/treatment	1	0.0619	10.62	0.0225	0.31	0.17
vini varietali/variatal wines	5	0.0153	2.63	0.1559		
errore/error	5	0.0058				
ac. trans-p-cutarico gluc /trans-p-coutaric acid glucoside						
trattamento/treatment	1	1.1719	61.63	0.0005	1.09	0.47
vini varietali/variatal wines	5	0.1471	7.74	0.0212		
errore/error	5	0.0019				
ac. trans-p-cutarico/trans-p-coutaric acid						
trattamento/treatment	1	3.6190	15.75	0.0107	1.44	0.34
vini varietali/variatal wines	5	0.1728	0.75	0.6190		
errore/error	5	0.2298				
G.R.P. (2-S-glutathionyltartaric acid)						
trattamento/treatment	1	59.4965	11.37	0.0198	5.23	0.78
vini varietali/variatal wines	5	8.9581	1.71	0.2848		
errore/error	5	5.2330				
ac. trans-fertarico/trans-fertaric acid						
trattamento/treatment	1	1.1907	28.35	0.0031	1.36	0.73
vini varietali/variatal wines	5	0.1226	2.92	0.1324		
errore/error	5	0.0420				
ac. cinnamici totali/tot. hydroxycinnamic ac.						
trattamento/treatment	1	701.5052	11.17	0.0205	19.52	4.23
vini varietali/variatal wines	5	75.7891	1.21	0.4209		
errore/error	5	62.8194				
polifenoli totali/total polyphenols						
trattamento/treatment	1	1836.9451	44.80	0.0011	75.47	50.72
vini varietali/variatal wines	5	142.7291	3.48	0.0986		
errore/error	5	41.0020				

si, determinata dai tenori minimi con i quali tali composti sono presenti nei vini in oggetto.

La stabilità del colore, valutata come incremento di D.O. a 420 nm dopo 21 giorni a 50 gradi centigradi, risulta maggiore nelle tesi IP. Tuttavia - escludendo *Chardonnay* e, forse, *Nosiola* - essa non è molto marcata e la assorbanza a 420 nm delle tesi IP non è sempre minore di quella dei vini TE come sarebbe auspicabile. Interessanti i risultati dello *Chardonnay* in vista del lungo periodo di presa di spuma cui è destinato, mentre i dati del *Sauvignon* risentono di una non raggiunta stabilità proteica manifestatasi nel corso della fase di imbrunimento accelerato.

L'elaborazione statistica dei dati di tabb. 2-4 viene riportata in tab. 5, limitatamente ai dati per i quali la procedura GLM (General Linear Models) evidenzia differenze signifi-

Tabella 6: Principali componenti aromatici dei vini dopo l'imbottigliamento.

TE = testimone; IP = Iperossigenato.

Table 6: Main aromatic compounds of bottler wines.

TE = test; IP = hyperoxidated.

volatile compounds (mg/L)	CHARDONNAY		SAUVIGNON		NOSIOLA		LAMBRUSCO	
composti volatili	TE	IP	TE	IP	TE	IP	TE	IP
alcooli superiori tot./ <i>higher alcohols tot.</i>	225.5	223.9	224.0	240.0	313.0	276.3	230.0	235.0
acetato di isoamile <i>isoamil acetate</i>	3.890	2.750	3.680	1.960	1.740	1.490	2.820	2.870
acetato di esile <i>hexyl acetate</i>	0.355	0.409	0.321	0.207	0.329	0.389	0.265	0.277
acetato di 2-feniletile <i>2-phenylethyl acetate</i>	0.706	0.438	1.380	0.594	0.825	0.645	0.615	0.679
Totale/Total	5.051	3.597	5.381	2.761	2.894	2.524	3.700	3.826
esanoato di etile <i>ethyl hexanoate</i>	1.320	1.030	0.846	0.586	0.687	0.667	0.828	0.668
ottanoato di etile <i>ethyl octanoate</i>	1.130	1.050	1.100	0.747	0.804	0.760	0.915	0.898
decanoato di etile <i>ethyl decenoate</i>	0.509	0.267	0.333	0.241	0.308	0.257	0.324	0.294
Totale/Total	2.959	2.347	2.279	1.574	1.799	1.684	2.067	1.860
acido esaonico <i>hexanoic acid</i>	6.760	5.430	3.830	2.790	3.960	3.710	3.550	3.280
acido ottanoico <i>octanoic acid</i>	12.400	8.750	7.002	4.650	6.970	5.770	7.110	6.590
acido decanoico <i>decanoic acid</i>	3.850	1.980	2.240	1.910	2.810	2.070	2.160	2.095
Totale/Total	23.010	16.130	13.720	9.350	13.740	11.550	12.820	11.965
1-esanolo/1-hexanol	1.170	1.220	0.776	1.410	1.990	2.250	0.578	0.624
trans-3-esen-1-olo <i>trans-3-hexen-1-ol</i>	0.054	0.015	0.073	0.044	0.024	0.038	0.049	0.008
cis-3-esen-1-olo <i>cis-3-hexen-1-ol</i>	0.076	0.045	0.063	0.055	0.103	0.105	0.374	0.311
Totale/Total	1.300	1.280	0.912	1.509	2.117	2.393	1.001	0.943
4-vinilfenolo <i>4-vinylphenol</i>	0.195	0.004	0.128	0.006	0.018	0.009	0.019	0.013
4-vinilguaiacolo <i>4-vinylguaiacol</i>	0.112	0.041	0.130	0.108	0.036	0.029	0.020	0.032
Totale/Total	0.307	0.045	0.258	0.114	0.054	0.038	0.039	0.045

cative tra le medie al test F. Risulta evidente l'effetto del trattamento di iperossigenazione sull'abbattimento dei tenori medi dei parametri riportati.

Tra i componenti volatili dei vini (tab. 6) non appaiono differenze sostanziali a livello di alcoli superiori totali (propanolo + 2-metil-1-propanolo + 1-butanolo + 2-metilbutanolo + 3-metil-butanolo) tra le due tesi a confronto. I maggiori cali di acetati, esteri etilici ed acidi corrispondenti e gli incrementi in alcoli a C6 del *Sauvignon* iperossigenato sono

Tabella 7: Analisi sensoriale dei vini (a=in bicchieri neri).

Test di differenza e di preferenza tra vino testimone e vino iperossigenato  
(\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ )

Table 7: Sensorial analysis of wines (a=in black glasses).

Difference and preference tests between test wine and hyperoxidated wine.

VINI	A 2 mesi	60 days later	A un anno	—	one year later	
WINES	duo-trio	preferenza preference	globale global	visivo sight	gusto-olfattivo flavor	prefer. prefer.
CHARDONNAY	26/29 ***	NS		12/14 **	10/12 *	NS
SAUVIGNON B.	11/16	NS		8/14	11/12 **	NS
NOSIOLA	16/16 ***	NS	34/50 **			NS
TORCHIATO	14/16 **	TEST *		13/14 ***	7/12	NS
IM 1-50	6/13	NS		6/14	5/12	NS
LAMBRUSCO F.F.	11/29 (a)	NS		14/14 ***	7/12 (a)	NS

probabilmente legati al non perfetto illimpidimento del mosto (Houtman et al., 1980). I vini delle altre varietà manifestano variazioni di minor entità.

Cali rilevanti si hanno invece nella componente fenolica volatile delle tesi IP, in particolare per il 4-vinil-fenolo, la cui origine è riconducibile al calo degli acidi idrossicinnamili-tartarici in generale, ed alla decarbossilazione dell'acido p-cumarico in particolare. *Sauvignon* e fenoli volatili a parte - e questo in accordo con Dubourdiou e Lavigne (1990) - non si riscontrano tra i vini differenze di sicura attribuzione al trattamento in oggetto.

I 12 vini sono stati oggetto, da parte di tecnici del settore, di ripetute sedute di analisi sensoriale con test di differenza e, distintamente, di preferenza (Roessler et al., 1978) a due mesi dall'imbottigliamento e ad un anno di distanza. Le risultanze sono evidenziate in tab. 7. Pur in presenza di numerose differenze significative a livello globale o solamente visivo oppure esclusivamente gusto-olfattivo, in un solo caso si è manifestata una preferenza significativa tra le tesi a due mesi, preferenza non più riscontrata ad un anno dall'imbottigliamento.

## Conclusioni

La tecnica di iperossigenazione dei mosti si è dimostrata in grado di modificare notevolmente il profilo e l'entità dei polifenoli dei vini, incidendo in particolar modo nell'abbattimento dei contenuti in acidi idrossi-cinnamili-tartarici.

L'assorbanza a 320 nm è risultata, come peraltro già noto, ben correlata ai dati degli acidi cinnamici totali misurati all'HPLC e può pertanto fornire un dato di semplice acquisizione, utile per il controllo della tecnica di iperossigenazione.

L'assorbanza a 420 nm delle tesi iperossigenate è talvolta al di sopra di quella delle rispettive tesi testimone, ma la stabilità del colore delle prime é, al test di imbrunimento accelerato, maggiore. Se questo fatto appare importante per vini destinati a lungo invecchiamento, come nel caso degli *Chardonnay* base spumante, esso appare di minor rilevanza per quei vini per i quali si prospetti un rapido consumo; viceversa potrebbe riacquistare interesse per vini ottenuti con tecniche di ammostatura non particolarmente rispettose dell'integrità delle uve nelle fasi antecedenti la pressatura.

La tecnica prefermentativa in oggetto può costituire un valido surrogato del carbonio decolorante nella vinificazione in bianco di uve a bacca rossa.

Escludendo l'abbattimento dei fenoli volatili, nessuna variazione a livello delle componenti aromatiche fermentative e pre-fermentative analizzate appare certamente attribuibile al trattamento con ossigeno nelle condizioni di indagine del presente lavoro.

Benché i vini derivanti dall'ossigenazione spinta e deliberata dei mosti siano stati sovente valutati come diversi nei confronti dei rispettivi testimoni, nessuna preferenza significativa era più riscontrabile a distanza di un anno dall'imbottigliamento.

## Bibliografia

1. BLANCK G., VALADE M. (1989). *L'hyperoxydation des moûts de taille*. Le Vigneron Champenois, (6): 333-345.
2. CANTARELLI C., GIOVANELLI G., GALLIZIA S. (1989). *L'efficacia stabilizzante dei polimeri ad azione proteico-simile nella preparazione di vini bianchi, rosati e novelli*. Ind. d. Bevande, (6): 177-182.
3. CASTINO M., DI STEFANO R. (1976). *Frazionamento degli acidi fenolici dei vini bianchi per gel filtrazione*. Riv. Vitic. Enol., (24): 290-305.
4. CHEYNIER V.F., VAN HULST M.W.J. (1988). *Oxidation of trans-caftaric acid and 2-S-glutathionylcaftaric acid in model solutions*. J. Agric. Food Chem., (36): 10-15.
5. CHEYNIER V., RIGAUD J., SOUQUET J.M., BARILLÈRE J.M., MOUTOUNET M. (1989a). *Effect of pomace contact and hyperoxidation on the phenolic composition and quality of Grenache and Chardonnay wines*. Am. J. Enol. Vitic., (40, 1): 36-42.
6. CHEYNIER V., OSSE C., RIGAUD J. (1988). *Oxidation of grape juice phenolic compounds in model solutions*. J. Food Sci., (53, 6): 1729-1732.
7. CHEYNIER V., BASIRE N., RIGAUD J. (1989b). *Mechanism of trans-caffeoyltartaric acid and catechin oxidation in model solutions containing grape polyphenoloxidase*. J. Agric. Food Chem., (37): 1069-1071.
8. CHEYNER V., TROUSDALE E., SINGLETON V.L., SALGUES M., WILDE R. (1986). *Characterization of 2-S-glutathionyl caffeoyl tartaric and its hydrolysis in relation to grape wines*. J. Agric. Food Chem., (34): 217-221.
9. DI STEFANO R., GUIDONI S. (1989). *La determinazione dei polifenoli totali nei mosti e nei vini*. Vignevini, (16, 1/2): 47-52.
10. DI STEFANO R., CRAVERO M.C., GENTILINI N. (1989). *Metodi per lo studio dei polifenoli dei vini*. L'enotecnico, (5): 83-89.
11. DI STEFANO R., GARCIA MORUNO E. (1986). *Composti fenolici dei vini: gli acidi fenolici*. Vini d'Italia, (1): 9-18.
12. DI STEFANO R. (1991). *The separation of hydroxycinnamates of wine*. Sci. des Aliments, in corso di pubblicazione.
13. DRAWERT F., RAPP A. (1968). *Gaschromatographic analysis of plant aromas. I. Enrichment, separation and identification of volatile aroma substances in grape musts and wines*. Chromatographia, (1): 446-457.
14. DUBOURDIEU D., LAVIGNE V. (1990). *Incidence de l'hyperoxygénation sur la composition chimique et les qualités organoleptiques des vins blancs secs du Bordolais*. Rev. Fr. Enol., (124): 58-61.
15. GUERZONI E., INTRIERI C., SUZZI G. (1977). *Effetti della iperossigenazione precoce su mosti e vini ottenuti da uve bianche raccolte a macchina e pigiadirasate in campo*. Vignevini, (4, 6/7): 7-14.
16. GUERZONI M.E., ZIRONI R., INTRIERI C., MAGNANINI E. (1981). *Stabilisation of white wine by early hyperoxidation of must*. Food Technology in Australia, (33, 9): 442-446.
17. GUNATA Y.Z., MOUTOUNET M. (1988). *Activités de la polyphénoloxydase du raisin et de la laccase de Botrytis cinerea sur les dérivés hydroxycinnamiques comparées à autres substrats phénoliques*. Rev. Fr. Enol., (113): 42-47.
18. HOUTMAN A.C., MARAIS J., DU PLESSIS C.S. (1980). *Factors affecting the reproducibility of fermentation of grape juice and of the aroma composition of wines. I. Grape maturity, sugar, inoculum concentration, aeration, juice turbidity and ergosterol*. Vitis, (19): 37-54.



19. MARGHERI G., VERSINI G. (1979). *L'apporto delle tecniche moderne alla definizione ed al controllo della qualità dei vini*. Vini d'Italia, (21, 119): 83-93.
20. MOUTOUNET M., CHEYNIER V., RIGAUD J., SOUQUET J.M. 6 1989). *Les mécanismes d'oxydation mis en jeu lors de la préparation des mouts destinés à l'élaboration de vins blancs. Conséquences technologiques*. Rev. Fr. Enol., (117): 23-29.
21. MÜLLER-SPÄTH H., MOSCHTERT N., SCHÄFER G. (1978). *Beobachtungen bei der Weinbereitung - eine Bestandsaufnahme*. Die Weinwirtschaft, (36): 1084-1089.
22. MÜLLER-SPÄTH H. (1977). *Neueste Erkenntnisse über den Sauerstoffeinfluß bei der Weinbereitung - aus der Sicht der Praxis*. Die Weinwirtschaft - (6): 144-157.
23. NAGEL. C.W., GRABER W.R. (1988). *Effect of must oxidation on quality of white wines*. Am. J. Enol. Vitic., (39, 1): 1-4.
24. NICOLINI G. MATTIVI F., DALLA SERRA A., AGOSTINI W. (1990). *Effetti dell'iperossigenazione su mosti e vini della vendemmia 1989*. Relazione alla Acc.It. Vite Vino aprile 1990 (in corso di pubblicazione).
25. ROESSLER E.B., PANGBORN R.M., SIDEL L.J., STONE H. (1978). *Expanded statistical tables for estimating significance in paired-preference, paired-difference, duo-trio and triangle tests*. J. Food Sci., (43): 940-944.
26. SALGUES M., CHEYNIER V., GUNATA Z., WILDE R. (1986). *Oxidation of grape juice 2-S-glutathionyl caffeoyl tartaric acid by Botrytis cinerea laccase and characterization of a new substance: 2,5-di-S-glutathionyl caffeoyl tartaric acid*. J. Food Science, (51, 5): 1191-1194.
27. SIMPSON R.F. (1982). *Factors affecting oxidative browning of white wine*. Vitis, (21): 233-239.
28. SINGLETON V.L., ZAJA J., TROUSDALE E. (1980). *White table wine quality and polyphenol composition as affected by must SO<sub>2</sub> content and pomace contact time*. Am. J. Enol. Vitic., (31, 1): 14-20.
29. SINGLETON V.L. (1987). *Oxygen with phenols and related reactions in musts, wines, and model systems: observation and practical implications*. Am. J. Enol. Vitic., (38, 1): 69-77.
30. SINGLETON V.L., ZAJA J., TROUSDALE E., SALGUES M. (1984). *Caftaric acid in grapes and conversion to a reaction product during processing*. Vitis (23): 113-120.
31. SINGLETON V.L., SALGUES M., ZAJA J., TROUSDALE E. (1985). *Caftaric acid disappearance and conversion to products of enzymic oxidation in grape must and wine*. Am. J. Enol. Vitic., (36, 1): 50-56.
32. SINGLETON V.L., TIMBERLAKE C.F., LEA A.G.H. (1978). *The phenolic cinnamates of white grapes and wine*. J. Sci. Food Agric., (29): 403-410.
33. SOMERS T.C., ZIEMELIS G. (1985). *Spectral evaluation of total phenolic components in Vitis vinifera: grapes and wines*. J. Sci. Food Agric., (36): 1275-1284.
34. SOMERS T.C., VERETTE E., POCOCK K.F. (1987). *Hydroxycinnamate esters of Vitis vinifera: changes during white vinification, and effects of exogenous enzymic hydrolysis*. J. Sci. Food Agric., (40): 67-78.
35. VÉRETTE E., NOBLE A., SOMERS C. (1988). *Hydroxycinnamates of Vitis vinifera: sensory assessment in relation to bitterness in white wines*. J. Sci. Food Agric., (45): 267-272.